

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 56016806 ✓  
PUBLICATION DATE : 18-02-81

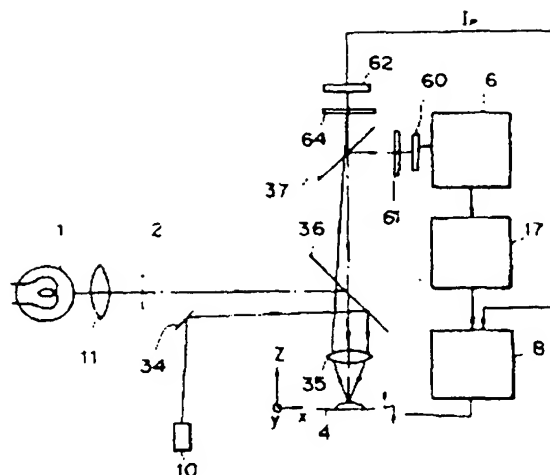
APPLICATION DATE : 20-07-79  
APPLICATION NUMBER : 54091496

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : OSHIMA YOSHIMASA;

INT.CL. : G01B 11/30 // G01B 11/24

TITLE : SURFACE ROUGHNESS MEASURING UNIT



ABSTRACT : PURPOSE: To make it possible to measure minute ruggedness on the surface of an object without contact in a high speed with a high precision, by focusing the reflection light pattern for the projection pattern from the measured object onto an array-shaped detector.

CONSTITUTION: The white light from light source 1 through optical pattern 2 is projected onto the surface of measured object 4 in an optical pattern form and becomes a reflection light corresponding to the optical property of the surface and is focused onto array-shaped detector 60 and is picked up. Meanwhile, the radiant light of semiconductor laser 10 is irradiated onto object 4 from the oblique direction, and the reflection light is incident onto position sensor 62, and rough adjustment for defocusing can be performed by defocusing detection signal IP. Further, the detection signal dependent upon one one-dimensional scanning of array-shaped detector 60 is taken out into read circuit 6 and is processed by contrast detecting circuit 7, and focusing driving circuit 8 is driven to perform fine adjustment. Thus, the focusing operation is performed in a high speed, and high-precision measurement is possible.

COPYRIGHT: (C)1981,JPO&Japio

⑬ 日本国特許庁 (JP)  
⑭ 公開特許公報 (A)

⑮ 特許出願公開  
昭56—16806

⑯ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 B 11/30  
// G 01 B 11/24

識別記号  
1 0 2

庁内整理番号  
6666—2F  
6666—2F

⑰ 公開 昭和56年(1981)2月18日  
発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑱ 表面粗さ測定装置

株式会社日立製作所生産技術研究  
所内

⑲ 特 願 昭54—91496

⑳ 発 明 者 中川泰夫

㉑ 出 願 昭54(1979)7月20日

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

㉒ 発 明 者 押田良忠

㉓ 発 明 者 大島良正

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

㉔ 発 明 者 牧平坦

㉕ 出 願 人 株式会社日立製作所

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

㉖ 発 明 者 秋山伸幸

㉗ 代 理 人 弁理士 秋本正実

横浜市戸塚区吉田町292番地株

1 頁

2 頁

明 細 書

発明の名称 表面粗さ測定装置

特許請求の範囲

1. 明部と暗部との組合せより成る光パターンをレンズを介して被測定物体に投影結像せしめる第1の光学系と、複数の検知素子より成るアレイ状検知器と、上記被測定物体からの上記投影パターンに対する反射光パターンを上記レンズを介して上記アレイ状検知器に結像せしめる第2の光学系と、上記反射光パターンの結像結果に従って得られる上記アレイ状検知器からの出力信号を取り出し処理して上記レンズと被測定物体との位置関係を焦点関係になるよう調整するための制御信号を得る手段と、より成る表面粗さ測定装置。
2. 上記アレイ状検知器は、上記検知素子をマトリックス構成としたマトリック形より成る特許請求の範囲第1項記載の表面粗さ測定装置。
3. 上記アレイ状検知器からの出力信号の取り出し方は、上記光パターンの配列方向に沿って並列的に順次取り出すようにした特許請求の範囲第

2項記載の表面粗さ測定装置。

4. 上記光パターンは、その配列方向に沿つてのそれぞれの暗部と明部との組合せが、相異なる2種類の周期パターンを形成するように構成された特許請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載の表面粗さ測定装置。

5. 上記光パターンはその配列方向に沿つてのそれぞれの暗部と明部との組合せが、相異なる2種類の周期パターンを形成するように構成され、且つ上記アレイ状検知器の各検知素子は上記2種類の周期パターンの中の小さい方の周期数での暗部と明部とを識別可能に構成した特許請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載の表面粗さ測定装置。

6. 上記取り出し処理に際しては、上記相異なる2種類の周期パターンの成分の各々に対して各無点位置からのずれ状態を示す2つの信号を得、該ずれ状態を示す2つの信号をずれの規模に応じて選択的に取り出し上記制御信号として設定してなる特許請求の範囲第5項記載の表面粗さ測定装置。

置。

7. 上記アレイ状検知器は、直線的に配列された複数の検知素子より成る特許請求の範囲第1項記載の表面粗さ測定装置。

8. 上記アレイ状検知器の各検知素子では、上記光パターンの各明暗部に対し、パターン明暗変化方向と直交な方向を検出可能にした特許請求の範囲第7項記載の表面粗さ測定装置。

9. 上記光パターンは、その配列方向に沿ってのそれぞれの暗部と明部との組合せが1つの周期パターンを形成するように形成された特許請求の範囲第8項記載の表面粗さ測定装置。

10. 上記取り出し処理は、上記光パターンの各暗部と明部とのそれぞれについて端部及び中央部毎に検出取り出すようにすると共に、部々取り出してなる出力信号をもとに合焦点位置からのずれ状態を示す2つの信号を得、該ずれ状態を示す2つの信号をずれの規模に応じて過動的に取り出し上記制御信号として設定してなる特許請求の範囲第9項記載の表面粗さ測定装置。

11. 上記被測定物体への投影結像光として、上記光パターン以外にポジション設定用のビーム光を与え、該ビーム光の該被測定物体からの反射光を上記レンズを介して投影結像し、該投影結像によって得られたビーム光の結像光を取り出し処理し、上記制御信号と共に調整用に利用するようにした特許請求の範囲第10項記載の表面粗さ測定装置。  
発明の詳細な説明

本発明は、物体表面の微細な凹凸を非接触で、高速、高精度に測定することを可能にした表面粗さ測定装置に関する。

従来、物体の表面の微細な凹凸を測定する方法として鋭い先端を有する触針による接触型表面粗さ計、細いノズル先端から噴出する空気の微れ抵抗からノズル端と物体表面の間隔を求める装置、静電容量から間隔を求める非接触型の装置等があった。従来のこれらの装置は以下に述べる問題があった。第1の装置では、表面の軟い物体には傷をつけるため使い対象のみ測定可能であった。

第2の装置及び第3の装置は、被測定物体の微細

領域(例えば100 $\mu$ m以下)での測定が困難であった。さらに、第3の装置では、測定対象に熱敏感物を通ふことは不可能であり、第2の装置では空気圧により表面の形状が変化する可塑性の材料を対象とすることは不可能であった。

以上の従来の種欠点を解消すべく、本出願人は、先に「表面粗さ測定装置」(特願2004-3961号)の出願を行った。この先願発明は、一定の周期を有するパターンを物体表面に投影し、その投影像から、結像系とこの物体表面との相対的距離を等価的に(即ち、完全結像状態の時の位置関係になるように)一定ならしめるように制御することにより合焦点状態を検出し、この結像系の光軸に垂直な方向にこの物体を移動せしめる等の上記制御量より表面粗さを測定するようにしている。更に、上記先願発明は上記投影像の検出手段として、ビジコン等の撮像管を用いている。従って、得られる信号は、撮像管が一画像検出する周期毎に発生することになるため、例えば15ms程度の時間を要する。この時間がフィードバック時間となるた

め、合焦点に到達するまでにかなりの時間を要し、高精度な測定ができなかった。

本発明の目的は、高精度、高精度の測定を可能にした表面粗さ測定装置を提供するものである。

本発明の要旨は、ビジコン等の撮像管の代わりに、アレイ状検知器を用いるようにしたものである。このアレイ状検知器は幾つかの形態より成る。第1は、検知素子をマトリクス状に平面配列したアレイ状検知器である。第2は検知素子をリニアに配列した一次元構成のアレイ状検知器である。この他に検知素子の各種の組合せが存在する。本発明では、これらのアレイ状検知器のいずれをも採用可能にしている。更に、本発明では、上記各検知のアレイ状検知器からの出力の取り出し方に特徴を、持たせている。出力の取り出しの際は、アレイ状検知器をいかに走査するかが問題となる。この走査のやり方が出力の取り出し方を決定することになる。従って、本発明では、採用するアレイ状検知器の構成に応じた独特な走査の仕方が提案されている。更に、本発明では、上記走査によつ

て得られた信号を特定の形態によつて処理し、この処理結果を利用することによつて台無点状態への高速な接近方法を見出すようにしている。以下本発明を図面により詳述する。

第1図は本発明の表面粗さ測定装置の実施例を示す図である。第2図は測定対象となる物体上に投影すべき光パターンを示している。第1図に於いて、光源1は白色光の光源であり、この光源1から放出された白色光は照明用のレンズ11を通過して光パターン部2に到達する。光パターン部2は、上記レンズ11を通過してきた白色光の通過方向に対して垂直な平面上に配置されており、部分的に光を遮断する遮へい部と光をそのまま通過させる透過部とより成る。この遮へい部と透過部との組合せによつて暗部と明部とより成る光パターンが形成されている、その一例を第2図に示す。図で斜線部は光遮へい部、非斜線部が光透過部を示している。この光パターン部2は2つの周期(周期数)のパターンを持つ。第1は光遮へい部22と光透過部21とより成るパターンであり、尚部

21, 22の巾をPとすると2P周期のパターンとなる。第2は、上記2P周期のパターンと巾広さ遮へい部23のパターンとの組合せによつて得られる2nP周期のパターンである。

以上の構成の光パターンを有する光パターン部2を通過した白色光は、該光パターン形状で半透鏡36に投影され、次いで反射されて撮像レンズ35に至る。この撮像レンズ35で撮像された光パターンは被測定用の物体4の表面に投影され、次いで、該表面の光学的性格に応じた反射光となりレンズ35、半透鏡36を介して図面上方に透過してゆく。半透鏡36を通過した光はその光路上に設置された板状選択ミラー37により水平方向に反射され、色フィルタ61を介してアレイ状検知器60上に結像し、該アレイ状検知器60を構成する検知素子によつて撮像される。

アレイ状検知器60をマトリックス状の平面結像とした場合を想定し、このアレイ状検知器60と反射パターンによる結像との関係を第3図に示す。第4図に示すように光パターンの周期とアレイ状検知

器60の検知素子(アレイ素子)601の開口(大きさ)の周期とは一定の関係を有している。即ち、図では、アレイ素子開口の周期Pに対し、パターンの周期は2Pである。然も、パターンの暗部及び明部の中心はアレイ素子開口の中心と一致している。

第1図の説明に戻る。光源10は上記白色光の光源とは異なる波長、特に指向性の優れたレーザビーム等の光源である。本実施例では、例えば半導体レーザ(赤外光発生)を用いている。半導体レーザ10で放射された光は、半透鏡36で反射され撮像レンズ35を通過した後、物体4に斜めの方向から照射される。物体4ではその表面の光学的性格に応じた反射を行い、その反射光は再び撮像レンズ35、半透鏡36を通過し、板状選択ミラー37、色フィルタ64を介してポジジョンセンサ62に入射する。撮像レンズ35を介して上記ビームが照射される物体4上の検出位置が、撮像レンズの焦点位置にある時はポジジョンセンサ62への反射光は該ポジジョンセンサ62の中心位置に入射する。然るに焦

点位置より上側または下側(即ち、近い又は遠い)に表面位置がある時は、ポジジョンセンサ62の中心に対しそれぞれ右又は左に入射する。従つて、中心位置からのずれの量を検出することによつて、焦点ずれ方向を知ることが出来る。従つて、かかる斜め入射光の角度を適当に選択すると、焦点位置からのずれ状態(例えば、1mm程度)を検出することが可能なため、ポジジョンセンサ62の焦点ずれ検出信号I<sub>p</sub>を利用することによつて位置調整が可能となる。但しこの検出信号I<sub>p</sub>による位置調整は、粗調整であり、微調整はアレイ状検知器60から得られる信号を利用することによつて行つてゐる。

次にポジジョンセンサ62からの検出信号I<sub>p</sub>の利用の仕方及びアレイ状検知器60からの出力信号の利用の仕方について述べよう。まず、アレイ状検知器60の出力信号の取り出し方及びその出力信号の処理の仕方について述べよう。

アレイ状検知器60の横方向を第3図に示すように、x、y、z、y'方向をyとする。x方向はパターンの

、流れ方向であり、 $y$ 方向はパターンの高さ方向である。かかるアレイ状検知器60からの出力信号は、 $y$ 方向をパラレルに、 $x$ 方向をシリアルに走査することによって外部に取付けられた検知器読出し回路6に取り出されている。

この読出し回路6の出力はコントラスト検出回路7によって処理され、台無点検出回路8を駆動する。今、 $y$ 方向のアレイ素子の数を $M$ 個とすると、1回の走査で $M$ 個の検出信号が同時に得られることになる。第3図では $M=10$ とし、取り出される信号は $S_1, S_2, \dots, S_M$ としている。

第4図は上記1回の走査で検出される検出信号 $S_1, S_2, \dots, S_M$ の取り出しを含めた読出し回路6及びコントラスト検出回路7の実例を示している。加算回路71は1回の走査毎に得られる10個の検出信号 $S_1, S_2, \dots, S_M$ を取込み、総加算 $\sum_{i=1}^M S_i$ を行つてゐる。各走査毎の総加算値 $S(t)$ は、検算絶対値回路730、731、遅延回路721、722の入力となる。遅延回路721は、1素子間の走査から発生する時間 $\Delta t$ の遅延時間を持ち、遅延回路721は

、 $n$ 素子間の走査に要する時間に対応する遅延時間 $n\Delta t$ を持つてゐる。従つて、遅延回路721からは現在の走査時点よりも1素子間ビッチ前の走査時点の総加算信号 $S(t-\Delta t)$ が出力として得られる。一方、遅延回路722からは、現在の走査時点よりも $n$ 素子間ビッチ前の走査時点の総加算信号 $S(t-n\Delta t)$ が出力として得られる。検算絶対値回路730は、 $S(t)$ と $S(t-\Delta t)$ との偏差をとり、且つその絶対値 $|S(t) - S(t-\Delta t)|$ の演算を行う。検算絶対値回路731では $S(t) - S(t-n\Delta t)$ の演算を行い、且つ絶対値 $|S(t) - S(t-n\Delta t)|$ の演算を行つてゐる。次に、積分回路741では、回路730で得られた $D_1(t) = |S(t) - S(t-\Delta t)|$ を順次取り込み所定区間 $(0 \sim t_0)$ にわたつて総加算、即ち積分 $\int_0^{t_0} D_1(t) dt$ を行う。この積分値を制御信号 $I_1$ とする。一方、積分回路742では、回路731で得られた $D_n(t) = |S(t) - S(t-n\Delta t)|$ を順次取り込み所定区間 $(0 \sim t_0)$ にわたつて総加算、即ち積分 $\int_0^{t_0} D_n(t) dt$ を行う。この積分値を制御信号 $I_n$ とする。

次に、以上述べた出力である制御信号 $I_p, I_1,$

、 $I_n$ の物理的性格について述べる。第5図はその説明図である。台無点位置に物体表面が存在する時の位置を $Z_0$ （台無点一致点）とし、その台無点位置からのずれを $\pm \Delta Z$ とする。この台無点位置からのずれによつて先ず、ポジションセンサ62の出力 $I_p$ は第5図の如く変化する。但し、図で、台無点位置 $Z_0$ にある時の $I_p$ の値 $I_{p0}$ は理想的には $I_{p0}=0$ であるが、光ビームは一般に物体表面が台無点位置に存在する時でも、その表面下に部分的に入り込み乱反射を起すことがある。この現象は当然のことながら、物体の光学的性格によつて異なる。一方、出力 $I_1$ は、1走査区間毎（第2図の短周期パターンに合せてゐる）の検出値の絶対偏差の所定区間にわたつての総和である。従つて、台無点位置 $Z_0$ では第2図のパターンに従えば最大の値となり、そこからずれることによつてアレイ状検知器60での総像パターンはそのずれの量が大きくなるに従つて歪められたものとなり、暗部と明部の区別がつきにくくなる。この結果、相隣り合う検出値の絶対偏差も小さくなつてゆく。即ち、出

力 $I_1$ は第5図に示す如き特性となる。図では $\pm \Delta Z_1$ をその限界値としている。この限界値 $\pm \Delta Z_1$ を越えたと $I_1=0$ となつてしまふ。一方、出力 $I_n$ は $n$ 走査区間毎の検出値の絶対偏差の所定区間にわたつての総和である。この $n$ を第2図に示した長周期パターンに適用した場合、 $n$ なる走査区間は短周期パターンと長周期パターン（特に巾広パターン）との絶対偏差の所定区間にわたつての総和が出力 $I_n$ となる。従つて、第5図に示すように、台無点位置 $Z_0$ で $I_n$ は最大となり、ずれ量 $\pm \Delta Z_0$ で $I_n=0$ となる特性となる。但し、 $Z_0$ の時点での $I_1$ の最大値に比して $I_n$ の最大値は小さくなつてゐる。以上、 $I_1$ と $I_n$ についてみれば、 $I_1$ は台無点位置で鋭いピークを持つ狭い曲線となり、 $I_n$ は山の広いなだらかな曲線となる。

次に以上述べた制御信号 $I_p, I_1, I_n$ の利用の仕方について述べる。初期状態（既科台に物体を設けし測定を開始する時の状態）では、一般に台無点位置 $Z_0$ から大きくはずれてゐるので、 $I_p$ より制御

整が行われて合焦点に近い領域まで調整される。しかし、この粗調整は物体内に光が回り込むような物体に対して大きな誤差を生ずるため、細調整に用いることはできない。この $I_p$ による粗調整は、 $I_a$ と $I_1$ とを利用する。第5図から明らかなように、 $I_a$ は±4%の焦点ずれまで検知可能である。従つて、 $I_p$ による粗調整終了後 $I_a$ によつて第1段階の微調整に入る。次に、 $I_1$ を利用して第2段階の微調整、即ち、合焦点位置への収束を行う。

かかる $I_p$ 、 $I_a$ 、 $I_1$ のいずれを利用するかは、 $I_1$ に帰値 $I_{1e}$ 、 $I_a$ に帰値 $I_{ae}$ を設定しておき、帰値 $I_{1e}$ 、 $I_{ae}$ と $I_p$ 、 $I_a$ 、 $I_1$ との比較を行い、その比較の結果に従つて $I_p$ 、 $I_a$ 、 $I_1$ のいずれを採用するかを決定を行う。即ち、

- (1).  $I_a < I_{ae}$  の時は $I_p$ を選択し、この $I_p$ によつて駆動を行う。
- (2).  $I_a \geq I_{ae}$  且つ  $I_1 < I_{1e}$  の時は $I_a$ を選択し、この $I_a$ によつて駆動を行う。
- (3).  $I_1 \geq I_{1e}$  の時は、 $I_1$ を選択し、この $I_1$ によつて駆動を行う。

合焦点に近づくか遠ざかるかに応じて上記帰値 $I_{1e}$ 、 $I_{1e}(t-t_0)$ 及び $I_{1e}(t-t_0)$ は正か負になる故、この符号に応じてテーブルを上下させれば合焦点制御が可能となる。スイッチ回路85は、選択回路84の選択結果に従つて駆動信号 $S_m$ を $I_1(t)-I_{1e}(t-t_0)$ 、 $I_a(t)-I_{ae}(t-t_0)$ 、 $I_p$ のいずれにするかの選択を行っている。かくして得られた駆動信号 $S_m$ によつて合焦点位置駆動を行えば、高速な合焦点位置への収束が可能となる。

以上の本実施例によれば、一次元方向の一定値のみで合焦点状態を獲つコントラスト信号が得られ、この信号を基に上下方向の制御駆動ができるため、従来の二次元走査型のテレビカメラを用いる方法に比べ、短時間(1ms程度で)フィードバック信号が得られるため、高速の制御が可能となる。なお本実施例ではアレイ状検知素子の走査方向と同期パターンの同期方向は一致しているが、互に直交するような関係にし、並列に走査の絶対値を求めても、本発明の目的を達成することは容易に分かる。

以上の比較選択動作を行う合焦点駆動回路8の実施例、特に突継の駆動の前段までを取り出してなる実施例を図6図に示す。同期パターン及び後同期パターンのコントラストを示す出力信号 $I_1$ 、 $I_a$ はそれぞれ、比較回路811、812、822、遅延回路831、832に入力する。比較回路811、812では上述した各帰値 $I_{1e}$ 、 $I_{ae}$ と $I_1$ 、 $I_a$ との偏差 $I_1-I_{1e}$ 、 $I_a-I_{ae}$ を求める。この2つの偏差は出力 $I_p$ と共に選択回路84に入力する。この選択回路84では上記3つの入力の比較を行い、前述した比較結果に従つた $I_p$ 、 $I_a$ 、 $I_1$ のいずれの選択を行うかの選択信号を出力として発生し、スイッチ回路85に送る。一方、遅延回路831、832は、それぞれ1次元区間 $t_0$ に相当する遅延時間を持つている。

この遅延回路831、832の出力 $I_1(t-t_0)$ 、 $I_a(t-t_0)$ はそれぞれ比較回路821、822に入力し、 $I_1$ 、 $I_a$ との間で偏差 $I_1(t)-I_1(t-t_0)$ 、 $I_a(t)-I_a(t-t_0)$ がとられる。

今、物体の合焦点のためのZ方向の駆動に伴い

第7図(付)は本発明の他の実施例、特にアレイ状検知器に関する実施例である。(付)図の実施例では、像検出ミラー37と検知器脱出し回路6との間に、シリンドリカルレンズ600及び一次元アレイ検知器650を設けている。シリンドリカルレンズ600は同期パターンの同期方向と直交する方向をアレイ検知器650に結像光らせるように、且つ、同期方向は同期パターンの暗部と明部の中心が一次元アレイ検知器の各開口の中心と一致するように、配置されている。この一次元アレイ検知器650の各アレイ素子(開口)からは、脱出し回路6によつて信号 $S(t)$ が脱出される。この脱出された信号 $S(t)$ は一方向での増幅信号であり、従つて、第4図の加算回路71の出力と同じとなる。

以後の処理は上述の実施例と同様となる。同図は、シリンドリカルレンズを使用せず、実質的にシリンドリカルレンズを使用したのと同等の効果を発揮させるための検知器の実施例図である。各検出素子601Aは、暗部24、26及び明部25に対してそのパターン明暗方向と直交な方向すべてを検出できる

ように構成している。

次に、第8図は、本発明の他の実施例を説明するための図であり、第9図はその実施例の回路構成を示している。第8図で、1fは合焦点位置にある時のアレイ検知器の結像パターンを示し、1dは合焦点位置からずれた時の結像パターンを示している。このパターンの周期を2Pとする時、アレイ検知器での検出周期を $\frac{P}{3}$ とする。即ち、パターンの半周期で3点の検出を行うようにしている。半周期のスタートに近い点、半周期の中心点、半周期の終了に近い点の3点を検出点としている。従って、一次元アレイ検知器の開口の隙から0, 1, 2, ...と番号をつけた時、 $3m+1$ （但し、 $m$ は整数）番目の開口の中心線と明線網及び暗線網の中心線が一致するように配置している。今、例えば、第9図に示すように、開口601A, 601B, 601Cを半周期分の検出点の開口、開口601D, 601E, 601Fを次の半周期分の検出点の開口、開口601G, 601H, 601Iをその次の半周期分の検出点の開口とする。加算回路740では、開口601A, 601Cの検出信号の

和、即ち、 $3m$ 及び $3m+2$ 番目の信号 $S_{3m}$ 及び $S_{3m+2}$ の和をとっている。加算回路742は次の半周期の開口601D, 601Fの検出信号 $S_{3(m+1)}$ ,  $S_{3(m+1)+2}$ の和、加算回路743は同様に開口601G, 601Iの検出信号 $S_{3(m+2)}$ ,  $S_{3(m+2)+2}$ の和をとっている。以下、図示していないが、各半周期の両側の2点の和も同様求められる。減算絶対値回路744, 745は、相隣り合う半周期の中心点の開口での検出信号の差を取り、絶対値で出力するようになっている。即ち、減算絶対値回路744は、開口601Bの検出信号 $S_{3m+1}$ と開口601Eの検出信号 $S_{3(m+1)+1}$ とを入力とし、 $S_{mL} = |S_{3m+1} - S_{3(m+1)+1}|$ の演算を行っている。減算絶対値回路745は、同様に $S_{(m+1)L} = |S_{3(m+1)+2} - S_{3(m+2)+2}|$ の演算を行っている。次に、次段に設けられた減算絶対値回路746は、加算回路740, 742の出力を入力とし、 $S_{mH} = |(S_{3m} + S_{3m+2}) - (S_{3(m+1)} + S_{3(m+1)+2})|$ の演算を行う。同様に減算絶対値回路747は、 $S_{(m+1)H} = |(S_{3(m+1)} + S_{3(m+1)+2}) - (S_{3(m+2)} + S_{3(m+2)+2})|$ の演算を行う。減算絶対値回路744, 745の出力は加算回路748

で総加算され、 $I_H = \sum_{m=1}^M S_{mH}$ （但し、 $M$ はアレイ素子開口総数）となる。次に、減算絶対値回路746, 747の出力は加算回路749で総加算され、 $I_L = \sum_{m=1}^M S_{mL}$ となる。

以上述べた出力 $I_H$ 及び $I_L$ の値とずれとの関係を第10図に示す。この関係をもとに $I_H$ と $I_L$ の持つ意味合いを述べよう。第8図から明らかなように、焦点からずれてくると1fから1dの変化から明らかなように、減算絶対値回路746, 747の出力は小さくはなってくる。従って、その総和 $I_H$ もその反映した値となる。この $I_H$ は合焦点位置を中心として鋭い特性を示す値となる。一方、減算絶対値回路744, 745の出力も焦点からずれてくると従って小さくはなってくる。この小さくなる傾向は $I_H$ の倍々に比して緩慢である。この結果は、第10図のようになる。但し、合焦点位置 $Z_0$ では $I_H$ の値が $I_L$ の値よりも大きくなる。以上の第10図を総括してみると、合焦点位置ではスナッフ関数的に結像網強度が変化することに対して、わずかな合焦点位置からの変動があると第8図の1dに示すように網強度

が変化するために $I_H$ ,  $I_L$ は合焦点位置を中心にして減少してゆくのである。

以上の実施例に好適なアレイ検出器の1つは、第7図に示した如きアレイ検出器であり、シリンドリカルレンズとの組合せたもの及び回図の如きものが適用される。但し、第9図から明らかなように、リニアな方向からパラレルに信号を取り出すようにすることが現実的である。これによつて、全体のパターンの同時処理が可能となる。

以上の第9図を中心とする実施例によれば、1種類の周期を有するパターンであっても、先に述べた2種類の周期を有するパターンを用いるのと同等の効果が得られる。更に本実施例の優れている点は並列型の1次元検知器アレイを用いているため、遅延を必要とせず高速度でフィードバック信号が得られ、高速度の要面図を断定装置を構築することが可能である。なお上述の実施例でシリンドリカルレンズを用いず一方は時系列的検出し、一方は並列読み出しの2次元検知器アレイを用い、並列読み出し方向と、結像周期パターンの周

期方向を一致させ、第10図  $I_H$ ,  $I_L$  の信号を時系列的に得て、この時系列的に得られた信号の積分を新たに  $I_H$ ,  $I_L$  とした時、この  $I_H$ ,  $I_L$  により、合焦点制御を行うことによつても、本実施例の目的を十分達成し得ることは容易にわかる。更に、上記実施例では、半周期3点の事例を示したが、中心点の他に両側の1点の合計2点で亦つてもよい。この際には精度が若干低下する。又、3点以外に5点等の多点検出も可能である。

以上の各実施例では、2つの光パターン及び1つの光パターンの事例を示したが、2個以上の光パターンの組合せによつても本発明の目的は達せられる。また、あらかじめ合焦点位置に近づいている事例では  $I_p$  は必要ではない。更に、本実施例での合焦点位置への収束のための制御系は、物体搭載用のテーブルの駆動を行うものであればよい。勿論、相対的な関係からみて光学系の駆動制御であつてもよい。

以上の本発明によれば、アレイ状態検出器を使用し、且つその検出し駆動によつて同時処理的な測

理動作を行うことができるため、高速な表面粗さ測定が可能となつた。

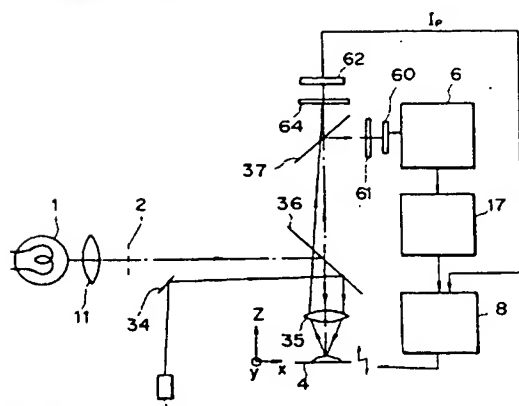
図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例図、第2図は光パターン部の構成図、第3図はアレイ状態検出器での光パターン読取りの一例を示す図、第4図は本発明の処理回路の実施例図、第5図はその特性図、第6図は本発明の処理回路の他の実施例図、第7図(1)、(2)は本発明の光学系及び検知器の他の実施例図、第8図は他の光パターンの事例を示す図、第9図はその光パターンの処理回路の実施例図、第10図はその特性図である。

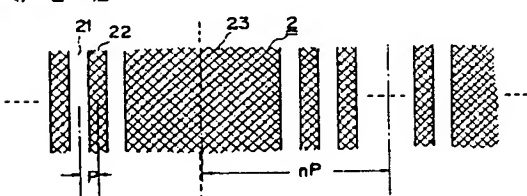
1...白色光源、2...光パターン部、4...物体、6...検知器検出し回路、7...コントラスト検出回路、35...撮像レンズ、60...アレイ状態検出器、62...ボジションセンサ。

代理人 弁護士 秋 本 正 興

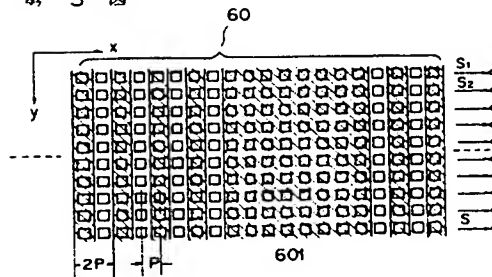
第1図



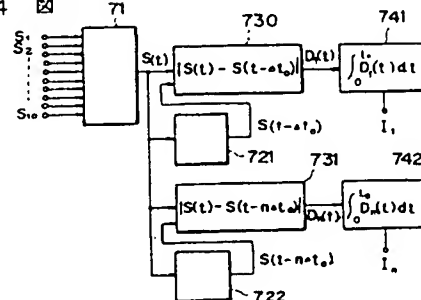
第2図



第3図

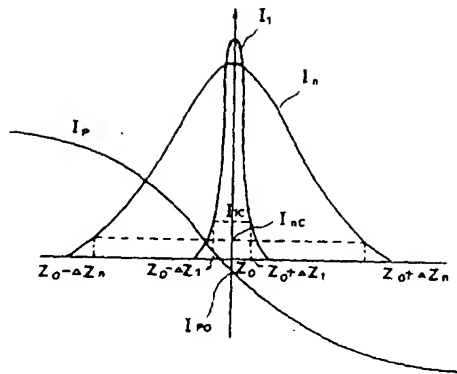


第4図

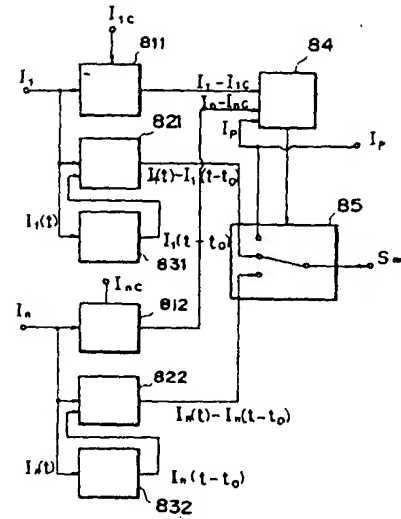




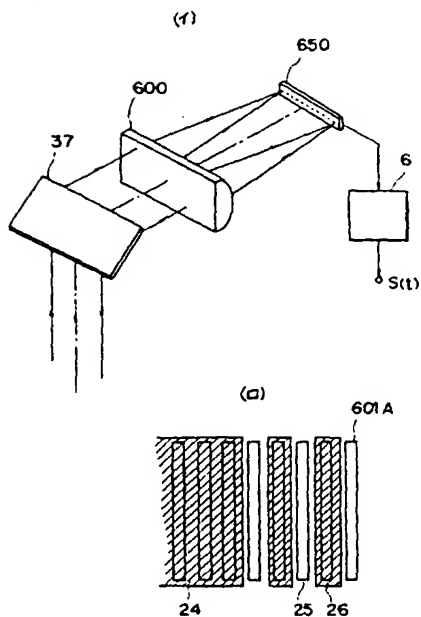
第 5 図



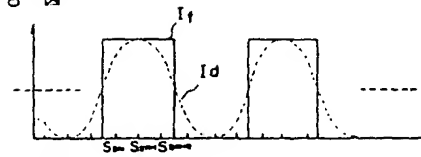
第 6 図



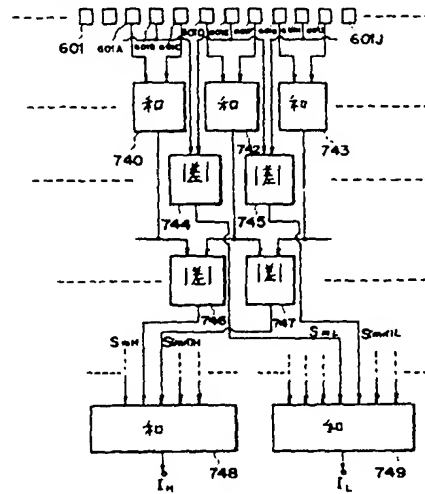
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図

